

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/EP2004/011867

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



16.12.2004

REC'D 11 JAN 2005  
WIPO PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 49 259.3

Anmelddatum: 20. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber: BEHR GmbH & Co KG, 70469 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Wärmetauscher

IPC: F 28 F, F 28 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. November 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

im Auftrag

BEST AVAILABLE COPY

---

5 BEHR GmbH & Co. KG  
Mauserstraße 3, 70469 Stuttgart

---

10

## Wärmetauscher

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

15

Um die zunehmenden Anforderungen an moderne Motoren bezüglich Emissionsreduzierung und Kraftstoffverbrauch erfüllen zu können, sind umfangreiche Maßnahmen, wie zum Beispiel erhöhte Aufladung, genauere Beeinflussung der Verbrennungsbedingungen, erforderlich. Dies führt auch bei Kraftfahrzeug-Wärmetauschern zu härteren Einsatzbedingungen, nämlich höheren Gas- und Kühlmitteldrücken, erhöhten Temperaturen und größeren Volumendurchsätzen. Gleichzeitig wachsen die Anforderungen an die Leistungsdichte und Lebensdauer. Teilweise sind daher neue Kühlkonzepte erforderlich. So werden bei Ladeluft-Kühlern die herkömmlicher Weise verwendeten Luft/Luft-Kühler zumindest teilweise durch Luft/Flüssigkeits-Kühler ersetzt, um die geforderten Leistungen und Leistungsdichten zu erzielen, die auf Grund der hohen Motoraufladung erforderlich sind. Bei Abgas-Wärmetauschern sind immer höhere Abgasrückführaten erforderlich bei ebenfalls immer härteren Betriebsbedingungen bezüglich Drücken, Temperaturen und Leistungsdichten. Somit treten bei modernen Wärmetauschern immer höhere mechanische Belastungen auf, insbesondere in Hinblick auf Druck und Schwingungen.

30

35 Hohe Temperaturunterschiede des zu kühlenden Primärmediums (in der Regel gasförmig) und des kühlenden Sekundärmediums (hier in der Regel



03-B-186  
20.10.03  
G-IP/

- 2 -

flüssig) führen zu unterschiedlichen Bauteilerhitzungen auf der Primär- und Sektundärseite. Bei Abgas-Wärmetauschern kann die Temperaturdifferenz bis zu über 700K, bei Ladeluft-Kühlem bis zu 300K betragen. Dabei kommt es zu in Folge unterschiedlicher thermischer Längenausdehnungen zwischen Primär- und Sekundärseite zu starken Thermospannungen. Bei schnellen Wechseln des Betriebszustands können diese Thermospannungen durch ungleichmäßige Temperaturverteilungen noch verstärkt werden (Thermoschock).

5

10 Auf Grund höherer Leistungsdichten der Wärmetauscher erhöht sich zudem die Gefahr des Siedens des Kühlmittels, was zu starken Leistungs- und Lebensdauereinbußen führen kann.

15 Schließlich sind die verwendeten Prozesse und Materialien wegen des Auftretens stark korrosiver Medium, z.B. Kondensat aus dem Abgas beim Abgas-Wärmetauscher, stark eingeschränkt, was bei weiter zunehmenden Anforderungen an die Leistungsdichte zu immer größeren Problemen führt, eine dauerfeste technische Lösung zur Verfügung zu stellen, eine ausreichende Innen- und Außendruckfestigkeit der Strömungskanäle, ein Vermeiden 20 des Siedens und ausreichende Festigkeit gegen Schwingungsanregungen und Thermospannungen miteinander zu vereinen.

25 Es ist Aufgabe der Erfindung, einen verbesserten Wärmetauscher zur Verfügung zu stellen.

30 Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

35 Erfindungsgemäß ist ein Wärmetauscher vorgesehen, mit einem Gehäuse und mindestens einem in dem Gehäuse angeordneten Rohr, wobei Strukturen zwischen den Rohren und dem Gehäuse und/oder den Rohren vorgesehen sind. Das Primärmedium durchströmt die Rohre. Das Sekundärmedium wird in den Zwischenräumen zwischen den Rohren und/oder zwischen den Rohren und dem Gehäuse geführt, in denen auch die Strukturen angeordnet

sind. Die Strukturen erhöhen die Festigkeit durch eine Versteifung bezüglich Innen- und Außendruckbeanspruchungen der Rohre. Durch die Koppelung zwischen Rohren und Gehäuse erfolgt zudem ein kontinuierlicher Ausgleich der Thermospannungen zwischen Primär- und Sekundärseite über die gesamte Kühlerlänge, so dass die Spannungen an den Enden der Rohre deutlich reduziert werden. Die Strukturen dienen zudem der Fluidleitung und -verteilung im Wärmetauscher. Dabei ermöglichen die Rippenbleche ferner einen besseren Wärmeübergang, so dass durch die verbesserte Wärmeübertragung Thermospannungen reduziert werden können. Durch die erhöhte Übertragungsfläche werden die Rohre besser gekühlt und ein Sieden kann vermieden werden. Insgesamt ergibt sich somit eine erhebliche Steigerung der Leistungsdichte des Wärmetauschers gegenüber herkömmlichen Wärmetauschern ohne Strukturen. Bevorzugt werden als Strukturen Blechstrukturen in Form von separaten Rohren, Rippenblechen, Noppenblechen, o.ä. eingeschoben. Der Wärmetauscher kann insbesondere ein Abgas-Wärmetauscher oder Ladeluft-Kühler, jedoch auch ein anderer Wärmetauscher, beispielsweise ein anderer Gas-Flüssigkeits-Wärmetauscher, bei dem heißes Gas in Rohren den Wärmetauscher (Kühler) zur Kühlung durchströmt, ein Flüssigkeits-Gas-Wärmetauscher, bei dem kaltes Gas in Rohren strömt, ein Wärmetauscher (Heizer) zum Erwärmen durchströmt, oder ein Flüssigkeits-Flüssigkeits-Wärmetauscher sein. Anstelle der Verwendung von Blechstrukturen können auch die Rohre und/oder das Gehäuse entsprechend mit Strukturen ausgebildet sein, d.h. insbesondere kann die Rohroberfläche rippenartig und/oder nuppenartige ausgebildet sein.

Bevorzugt sind die Strukturen mit dem Gehäuse und/oder den Rohren fest verbunden, insbesondere verlötet. Dabei ist insbesondere eine feste Verbindung über einen Großteil Länge des Wärmetauschers ohne oder mit Unterbrechungen, beispielsweise zur besseren Kühlmittelverteilung, vorgesehen. Durch die feste Verbindung wird sehr effizient die Außendruckfestigkeit (Überdruck auf der Sekundärseite) erhöht, da die Strukturen Zuganker bereitstellen, die das Einfallen des Rohres verhindern. Weiterhin werden Schwingungen der bei herkömmlichen Wärmetauschern relativ labilen Rohre durch die Strukturen gedämpft, sowie ein sehr effizienter Ausgleich der Thermospannungen herbeigeführt. Ferner unterstützt die feste Verbindung

den Wärmeübergang von den Rohren zu den Strukturen, so dass eine bessere Kühlung der Rohre erfolgt. Durch einen verbesserten Wärmeübergang lässt sich außerdem die Zahl der Rohre reduzieren, so dass die Herstellungskosten gesenkt werden können.

5 Die Rohre werden vorzugsweise zumindest teilweise durch Flachrohre gebildet. Dabei sind Flachrohre thermodynamisch wesentlich leistungsfähiger als Rundrohre, haben jedoch eine geringere Druckfestigkeit, weshalb bei Flachrohren druckfestigkeitssteigernde Maßnahmen erforderlich sind, wie erfundungsgemäß eine Stützstruktur auf der Rohraußenseite. Dabei haben die Flachrohre insbesondere einen etwa rechteckförmigen Querschnitt mit gerundeten Ecken. Ferner können einteilige Rechteckrohre vorgesehen sein. Diese können eine Längsnaht aufweisen, die geschweißt, bspw. lasergeschweißt, reibgeschweißt, induktionsgeschweißt, oder verlötet sein kann. Die Rechteckrohre können auch aus Schalen aufgebaut sein, die verschweißt oder verlötet sind. Die Rohre können auch eine beliebige andere Form, bspw. oval, aufweisen und/oder seitliche Laschen aufweisen, die verlötet oder verschweißt werden. Ferner können die Rohre zum Toleranzausgleich zwischen Gehäuse und Rohren sowie den dazwischen angeordneten Strukturen leicht ballig ausgebildet sein. In und/oder an den Rohren können auch Turbulatoren (Winglets) vorgesehen sein. Die Rohroberfläche (innen und/oder außen) kann zur Turbulenzerzeugung auch strukturiert ausgebildet sein.

10 20 25 30 35 Bevorzugt weisen die Strukturen zumindest teilweise einen inhomogenen Aufbau auf, wodurch gezielt Kühlmittel kritischen Bereichen zugeleitet werden kann, so dass ein Überhitzen oder Sieden vermieden werden kann. Eine entsprechende erhöhte Zuleitung von Kühlmittel kann auch durch das teilweise Weglassen von Strukturen erreicht werden. Durch diese Maßnahmen lässt sich der Druckverlust des Wärmetauschers und die Querverteilung des Kühlmittel im Wärmetauscher optimieren.

Durch eine zumindest teilweise Verzahnung lässt sich die Stabilität der Strukturen erhöhen und ferner die Strömungswege des Kühlmittels optimieren.

5 Zum vereinfachten Bau des Wärmetauschers ist das Gehäuse bevorzugt  
zwei- oder mehrteilig ausgebildet, insbesondere als U-förmige Schale mit  
einem Deckel, wobei ein Wasserkasten im Deckel integriert ausgebildet sein  
kann. Prinzipiell ist jedoch auch ein einteiliger Aufbau, beispielsweise mit  
einem angeformten Wasserkasten, möglich.

10 Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels unter  
Bezugnahme auf die Zeichnung im Einzelnen erläutert. In der Zeichnung  
zeigen:

- Fig. 1 einen Schnitt durch einen Abgas-Wärmetauscher,
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht des Wärmetauschers von Fig.  
15 1,
- Fig. 3 eine schematische perspektivische Ansicht eines Rippen-  
blechs,
- 20 Fig. 4 eine schematische perspektivische Ansicht eines Rippen-  
blechs gemäß einer Variante, und

Fig. 5a-d verschiedene Varianten von Einlaufbereichen.

25 Ein Abgas-Wärmetauscher 1 weist ein zweiteiliges Gehäuse 2 und eine  
Mehrzahl in diesem Gehäuse 2 angeordnete Rohre 3 auf. Zwischen den ein-  
zelnen Rohren 3 sowie zwischen dem Gehäuse 2 und den Rohren 3 sind als  
Strukturen Rippenbleche 4 vorgesehen, wobei diese Rippenbleche 4 gemäß  
dem vorliegenden Ausführungsbeispiel verzahnt ausgebildet sind, wie in Fig.  
30 3 dargestellt und an späterer Stelle näher beschrieben. Bei den Rohren 3  
handelt es sich vorliegend um Flachrohre.

35 Durch die einzelnen Rohre 3 wird das vom Motor kommende, zu kühlende  
Abgas (gasförmiges Primärmedium) geleitet, wobei in Fig. 2 die Strömungs-  
richtung durch zwei durchgehende Pfeile angedeutet ist. Das Gehäuse 2, in

dem die Rohre 3 angeordnet sind, besteht aus einem U-förmigen ersten Gehäuseteil 2' und einem Gehäusedeckel 2", welcher von oben auf das erste Gehäuseteil 2' gesetzt ist. Zum Ein- und Auslass des Kühlmittels (flüssiges Sekundärmedium) sind zwei Kühlmittelstützen 5 im Gehäusedeckel 2" vorgesehen, wobei die Strömungsrichtung des Kühlmittels im Gleichstrombetrieb in Fig. 2 durch gestrichelte Pfeile dargestellt ist. Es ist ebenfalls ein Durchströmen im Gegenstrombetrieb möglich, wozu die Strömungsrichtung umgekehrt ist. Da das Kühlmittel durch das Gehäuse 2 und um die Rohre 3 geleitet wird, sind die Rippenbleche 4 kühlmittelseitig angeordnet.

10 Die gerade verzahnt ausgebildeten Rippenbleche 4 weisen in Richtung des in Fig. 3 mit einer durchgehenden Linie dargestellten Pfeils einen leichten Durchgang und in der mit einer gestrichelten Linie dargestellten Pfeil einen schwereren Durchgang für das Kühlmittel auf. Durch Veränderungen der 15 Längsteilung L und der Querteilung Q sowie der Rippenhöhe kann die Strömung beeinflusst werden. Neben einer geraden Verzahnung ist auch eine Schrägverzahnung möglich. Bei entsprechender Ausgestaltung der einzelnen Rippenbleche 4 können diese auch gezielt die Kühlmittelförderung zu 20 besonders kritischen Stellen unterstützen, wozu die Rippenbleche 4 zumindest bereichsweise inhomogen ausgebildet sind.

In Fig. 4 ist eine einfache Variante eines Rippenblechs mit einer in gerader Richtung verlaufenden Rippe dargestellt. Dabei kann das Rippenblech auch aus einem Lochblech gebogen sein, so dass die einzelnen Wellenflanken auf Grund der Lochung durchlässig sind.

Gemäß einer nicht in der Zeichnung dargestellten Variante ist ein entsprechender Aufbau für einen Ladeluft-Kühler verwendet.

30 Fig. 5a-d zeigen verschiedene inhomogene Bereiche der die Rippenbleche 4 bildenden Strukturen. Diese bewirken eine bessere Verteilung des Fluids bei der Zuströmung. Gemäß der ersten Variante, die in Fig. 5a dargestellt ist, sind Querverteilungskanäle durch Umformen oder Stanzen vorgesehen. Gemäß den Varianten von Fig. 5b und 5c wurden die Rippenbleche 4 teilweise abgeschnitten. Fig. 5d zeigt eine Variante mit einer speziellen am Rip-

penblech 4 ausgebildeten Verteilerstruktur. Ein den Figuren 5a bis 5d entsprechender inhomogener Bereich kann auch auf der Ausströmseite vorgesehen sein.

5

**Patentansprüche**

- 10 1. Wärmetauscher, insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit einem Gehäuse (2) und mindestens einem in dem Gehäuse (2) angeordneten Rohr (3), dadurch gekennzeichnet, dass Strukturen in dem Bereich zwischen den Rohren (3) und dem Gehäuse (2) und/oder zwischen den Rohren (3) vorgesehen sind.
- 15 2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturen aus zwischen den Rohren (3) und dem Gehäuse (2) und/oder zwischen den Rohren (3) angeordneten Blechstrukturen gebildet sind.
- 20 3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Blechstrukturen Rippenbleche (4), Noppenbleche oder separate Rohre sind.
- 25 4. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturen direkt am Gehäuse (2) und/oder an den Rohren (3) ausgebildet sind.
- 30 5. Wärmetauscher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturen mittels Prägen hergestellt sind.
- 35 6. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturen mit dem Gehäuse (2) und/oder den Rohren (3) fest verbunden, insbesondere verlötet, sind.

35



7. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre (3) zumindest teilweise durch Flachrohre gebildet sind.
5. 8. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre (3) Stütznoppen auf der Rohraußenseite aufweisen.
10. 9. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre (3) eine Rohroberfläche innen und/oder außen aufweisen, die zur Turbulenzerzeugung strukturiert ausgebildet ist.
15. 10. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturen (4) zumindest teilweise eine inhomogene Struktur aufweisen.
20. 11. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturen (4) zumindest teilweise verzahnt ausgebildet sind.
25. 12. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (2) zwei- oder mehrteilig ausgebildet ist.
30. 13. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in den Rohren (3) ein zu kühlendes Medium und im Zwischenraum zwischen dem Gehäuse (2) und den Rohren (3) und Strukturen (4) ein Kühlmittel strömt.
14. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturen (4) im Gehäuse (2) des Wärmetauschers (1) kühlmittelseitig angeordnet sind.

03-B-186  
20.10.03  
G-IP/

- 10 -

15. Verwendung eines Wärmetauschers nach einem der Ansprüche 1 bis 14 als Abgas-Wärmetauscher oder Ladeluft-Kühler eines Kraftfahrzeugs.

5

5

## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher (1), insbesondere für Kraftfahrzeuge, mit einem Gehäuse (2) und mindestens einem in dem Gehäuse (2) angeordneten Rohr (3), wobei Strukturen (4) in dem Bereich zwischen den Rohren (3) und dem Gehäuse (2) und/oder zwischen den Rohren (3) vorgesehen sind.

10  
15

Fig. 1

20

1/4

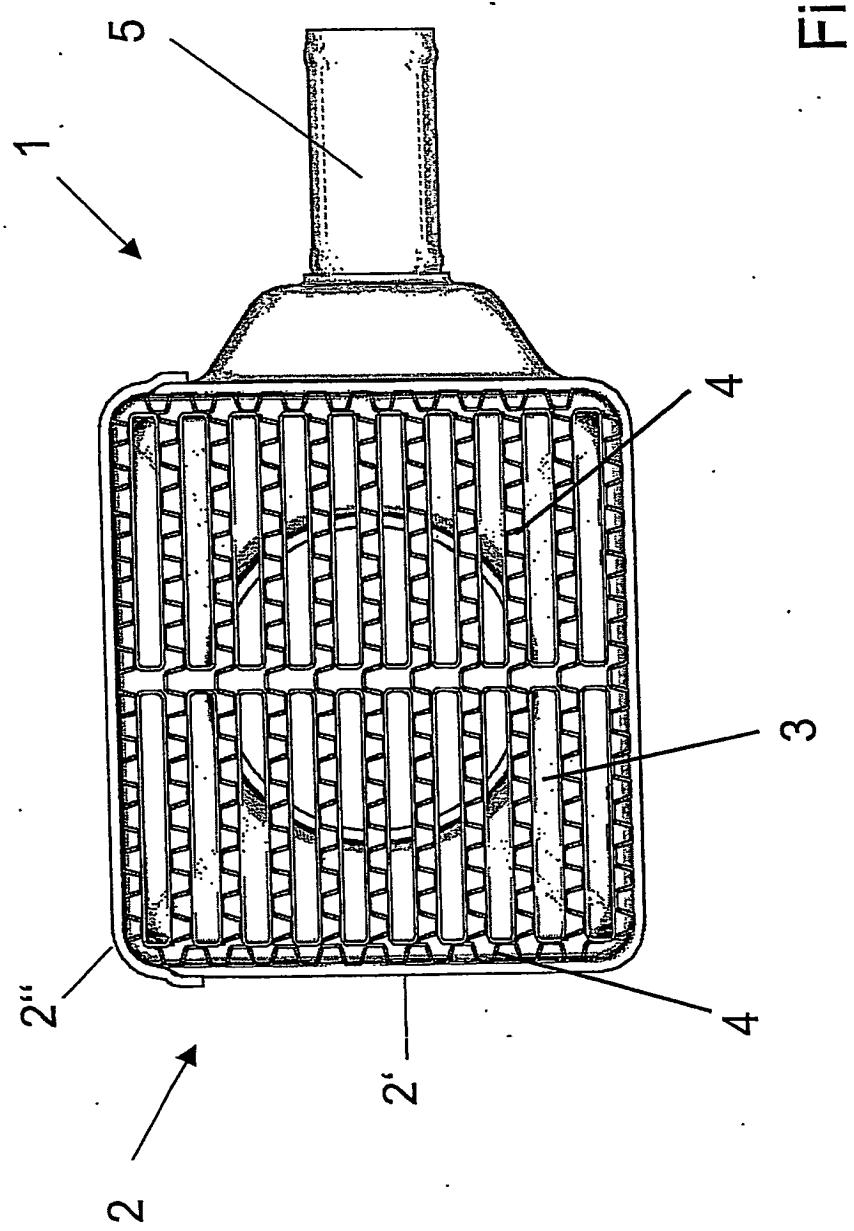


Fig. 1

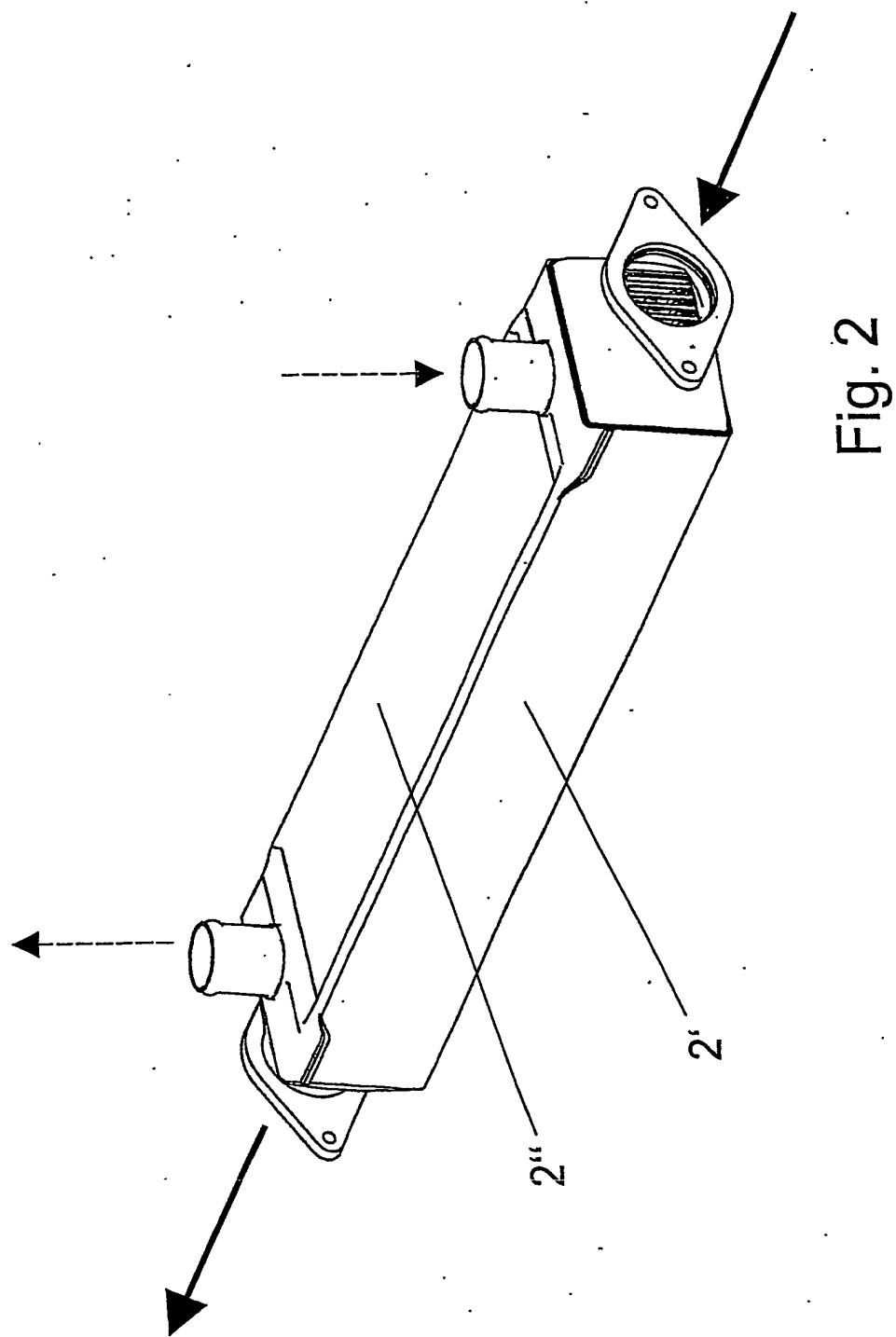


Fig. 2

3/4

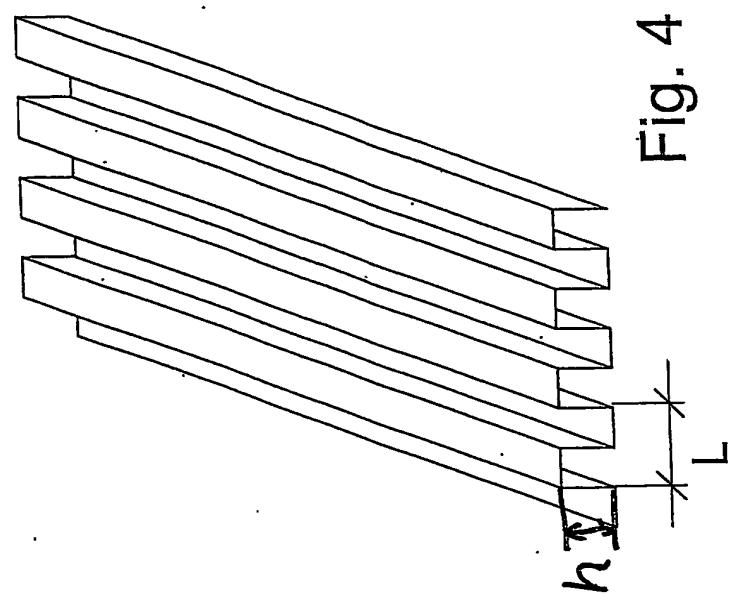


Fig. 4

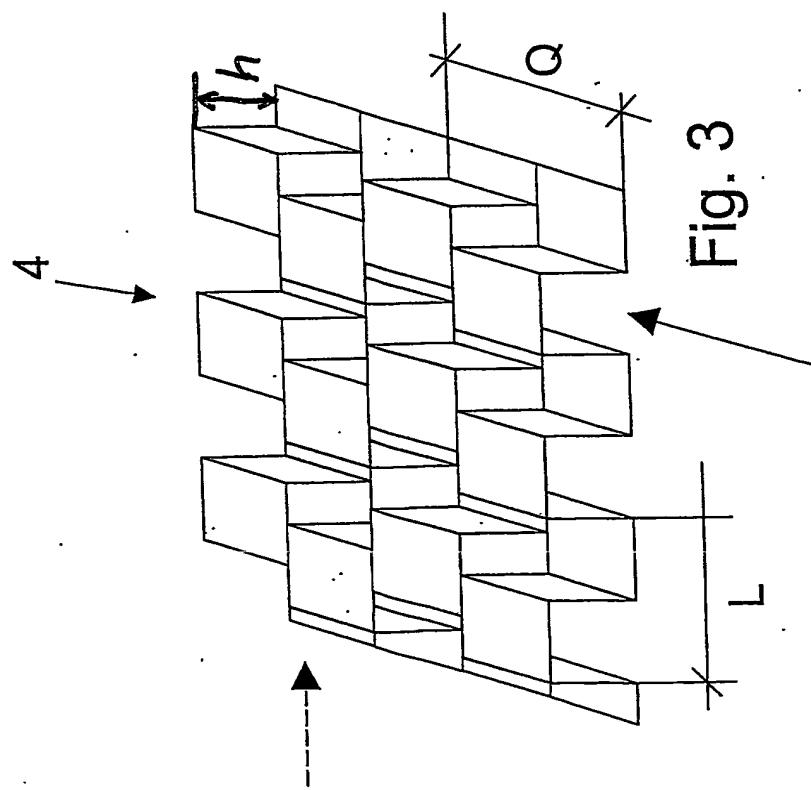


Fig. 3

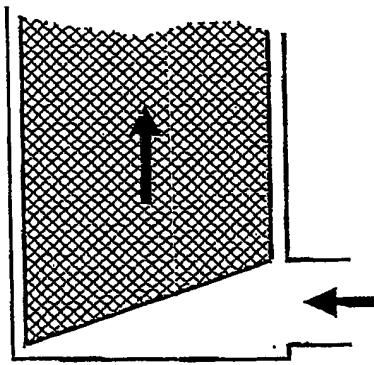
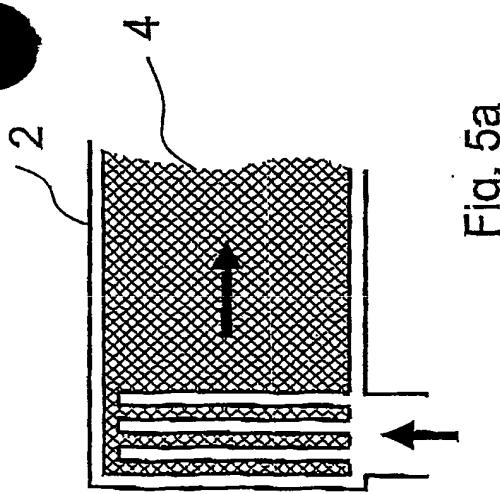


Fig. 5b

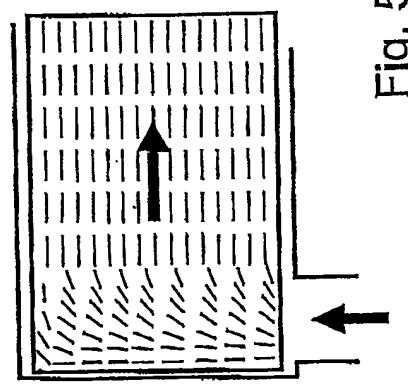
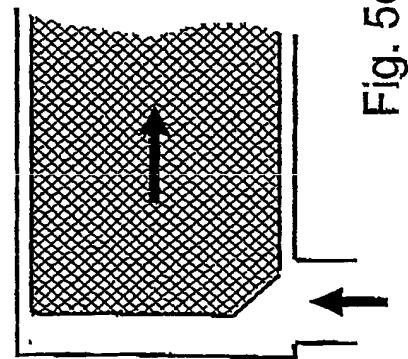


Fig. 5d

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**